

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 703 450

②1 N° d'enregistrement national : 93 03759

⑤1 Int Cl<sup>5</sup> : G 01 D 5/249, G 05 B 19/27, H 02 J 9/06

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 31.03.93.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 07.10.94 Bulletin 94/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : COMP'AUT Société à Responsabilité  
limitée — FR, LOMBARD Philippe — FR et DE  
OLIVEIRA Rui — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Lombard Philippe et De Oliveira Rui.

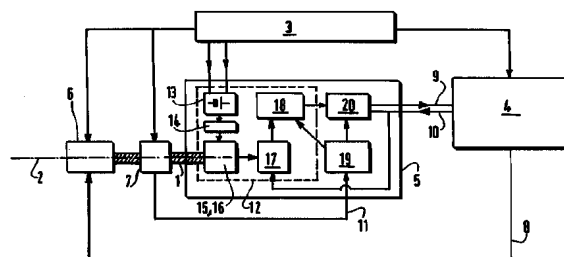
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : Bouju Derambure (Bugnion) S.A.

⑤4 Codeur numérique incrémental absolu, installation et machine comportant ce codeur.

⑤7 L'invention concerne un codeur numérique rotatif destiné à fournir un signal représentatif du déplacement angulaire en rotation d'un arbre rotatif (1) par rapport à un châssis à partir d'une position initiale de référence absolue, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens intégrés (13, 14, 15, 16, 17) de comptage électronique permanent du nombre de tours de rotation effectués par l'arbre rotatif (1), et en ce que les moyens intégrés (13, 14, 15, 16, 17) de comptage électronique comportent une source autonome (13) d'énergie électrique assurant leur fonctionnement continu en cas de coupure de l'alimentation électrique normale externe (3) du codeur ou de déconnexion du codeur.

L'invention concerne également une installation de commande numérique, et une machine comportant un tel codeur numérique (5).



FR 2 703 450 - A1



**CODEUR NUMERIQUE INCREMENTAL ABSOLU, INSTALLATION ET  
MACHINE COMPORTANT CE CODEUR.**

L'invention concerne un codeur numérique rotatif, une  
5 installation et une machine comportant un tel codeur  
numérique rotatif.

Les machines pilotés par commande numérique  
nécessitent l'emploi de codeurs numériques fournissant des  
informations numériques représentatives du déplacement de  
10 leurs différents arbres, et plus particulièrement de leurs  
arbres rotatifs.

Les codeurs numériques rotatifs connus sont soit  
incrémentaux, soit absolus. Dans le premier cas, le codeur  
incrémental détecte des quantités discrètes de déplacement  
15 angulaire en rotation de l'arbre et fournit un signal  
numérique formé de créneaux successifs constituant des  
incréments, la quantité de trains d'incréments délivrés  
correspondant à la quantité de déplacement angulaire en  
rotation de l'arbre à partir d'une position initiale de  
20 référence absolue déterminée mécaniquement, généralement  
par des butées ou des contacts. Avec un tel codeur  
numérique incrémental, il est nécessaire de replacer  
l'arbre rotatif à la position initiale de référence absolue  
à chaque nouvelle mise sous tension, puisque le codeur  
25 n'est pas susceptible de délivrer un signal numérique  
représentant la position absolue dans laquelle se trouve  
l'arbre rotatif. Cette opération s'avère néanmoins souvent  
longue et fastidieuse, et empêche toute interruption  
momentanée volontaire ou non de l'alimentation électrique  
30 au cours d'une phase de travail de la machine ou du robot.  
Ainsi, en cas de coupure de l'alimentation en cours de  
phase de travail, il est nécessaire de reprendre toutes les  
opérations à partir de la position initiale de référence  
absolue.

C'est pourquoi on connaît également des codeurs numériques absolus qui fournissent un signal numérique sous forme d'une valeur numérique de position absolue correspondant à la position dans laquelle le codeur numérique se trouve, y compris après une éventuelle coupure d'alimentation électrique. En particulier, on connaît de tels codeurs numériques rotatifs absolus réalisés à partir de disques comportant des repères optiques détectés par des diodes ou des cellules photo-électriques. Ces codeurs absolus connus sont d'un coût trop élevé du fait de l'utilisation d'une technologie optique, ont une longévité faible car les composants électro-optiques ont une faible durée de vie, sont relativement fragiles, sensibles aux variations de températures et ne peuvent pas être employés sans précautions importantes dans des environnements sévères tels que les environnements de machines outils où l'on rencontre des projections d'huile, d'eau ... On connaît également des codeurs absolus constitués d'une pluralité de résolveurs reliés mécaniquement en décalage de phase et/ou de périodes distinctes. Mais ces liaisons mécaniques sont extrêmement complexes, car elles doivent être précises, et le traitement informatique du signal est lourd et nécessite des installations onéreuses. Ces codeurs sont donc insuffisamment fiables et trop onéreux. Or, le besoin se fait sentir en pratique de pouvoir utiliser des codeurs numériques rotatifs absolus de faible coût, grande longévité et compatibles avec des environnements sévères dans certaines applications. Tel est par exemple le cas pour la commande numérique des portiques de grandes dimensions où le retour à la position initiale de référence absolue constitue un handicap majeur, et dont les composants constitutifs doivent être d'un coût faible compte tenu du prix également peu élevé des machines elles-mêmes.

Par ailleurs, l'utilisation des codeurs numériques absolus connus nécessite un dispositif de traitement des informations numériques en aval sophistiqué et onéreux, alors qu'au contraire, les signaux incrémentaux fournis par  
5 un codeur numérique incrémental peuvent être traités par un dispositif de traitement simple, éprouvé, peu onéreux et largement diffusé dans l'industrie.

L'invention vise donc à pallier simultanément aux inconvénients susmentionnés des codeurs numériques  
10 incrémentaux et absolus.

L'invention a donc pour objet de proposer un codeur numérique rotatif incrémental absolu qui soit d'un faible prix de revient et qui permette de conserver la valeur numérique de position absolue entre deux coupures  
15 d'alimentation.

L'invention a aussi pour objet de proposer un tel codeur numérique rotatif incrémental absolu qui conserve la valeur numérique de position absolue non seulement lorsque l'alimentation électrique est coupée, mais également  
20 lorsque la machine ou le robot comportant l'arbre rotatif est déconnecté de son armoire électrique d'alimentation, par exemple en vue d'un échange standard ou d'une intervention de maintenance. Ainsi, l'invention a pour objet de proposer un codeur numérique rotatif qui conserve  
25 la valeur numérique de position absolue tant que ce codeur numérique rotatif reste mécaniquement couplé à l'arbre rotatif, même s'il est totalement déconnecté électriquement de toute source extérieure d'alimentation électrique.

L'invention vise aussi à proposer un tel codeur  
30 numérique de faible encombrement, notamment compatible avec son utilisation pour l'asservissement d'axes rotatifs de machine par commande numérique.

Plus particulièrement, l'invention a pour objet de proposer un codeur numérique rotatif d'une grande longévité

et robustesse, peu sensible aux environnements sévères et aux variations de températures, et compatible avec les dispositifs de traitement d'informations numériques incrémentales et même en cas de déconnexion totale du  
5 codeur de toute source d'alimentation électrique externe notamment qui fournisse un signal numérique de type incrémental en mode normal de fonctionnement.

Egalement, l'invention a pour objet de proposer un codeur numérique rotatif qui détecte la position de l'arbre  
10 rotatif par des moyens non optiques et non mécaniques, notamment sans contact ni frottement de l'arbre rotatif avec un organe de détection.

Et l'invention a également pour objet de proposer une machine et une installation de commande numérique d'un  
15 arbre rotatif qui présentent les mêmes avantages.

Pour ce faire, l'invention concerne un codeur numérique rotatif destiné à fournir un signal numérique représentatif du déplacement angulaire en rotation d'un arbre rotatif par rapport à un châssis à partir d'une  
20 position initiale de référence absolue, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens intégrés de comptage électronique permanent du nombre de tours de rotation effectués par l'arbre rotatif, et en ce que les moyens intégrés de comptage électronique comportent une source autonome  
25 d'énergie électrique assurant leur fonctionnement continu en cas de coupure de l'alimentation électrique normale externe du codeur en cas de déconnexion du codeur. Selon l'invention la source électrique autonome n'est active et électriquement connectée aux moyens intégrés de comptage  
30 électronique permanent que lorsque l'alimentation électrique normale n'alimente pas ces moyens intégrés de comptage électronique permanent. Et les moyens intégrés de comptage électronique permanent comptent le nombre de quarts de tour de rotation effectués par l'arbre rotatif.

Les moyens intégrés de comptage électronique font partie de moyens d'élaboration de la valeur numérique de position absolue définissant la position angulaire absolue de l'arbre rotatif résultant de son déplacement angulaire en rotation à partir de la position initiale de référence absolue. Et le codeur comporte des moyens de transmission sur commande de cette valeur numérique de position absolue sur un bus de sortie, et des moyens pour délivrer, au moins à partir de chaque transmission d'une valeur numérique de position absolue, un signal incrémental proportionnel au déplacement angulaire en rotation de l'arbre rotatif.

Selon l'invention, les moyens de transmission sur commande de la valeur numérique de position absolue sont actifs sur une commande qui leur est fournie au moins lors du rétablissement de l'alimentation électrique normale du codeur.

Selon l'invention, les moyens de transmission sur commande de la valeur numérique de position absolue fournissent : la valeur numérique représentant le nombre de tours de rotation déterminée par des moyens de comptage électronique ; la valeur numérique de position de l'arbre dans le tour de rotation en cours ; et la valeur numérique représentant le nombre de quarts de tours de rotation effectués dans le dernier tour non achevé, ces valeurs numériques étant transmises en série les unes à la suite des autres à partir d'un signal de commande reçu par le codeur.

Selon l'invention, les moyens de comptage électrique permanent du nombre de tours de rotation comportent un détecteur électromagnétique de rotation fournissant des impulsions de comptage à un compteur électronique.

Selon l'invention, ce détecteur électromagnétique comprend un émetteur magnétique solidaire de l'arbre ou du châssis, et deux capteurs à effet Hall solidaires du

châssis ou de l'arbre et placés en regard de l'émetteur à égale distance de l'axe de rotation de l'arbre rotatif et selon deux directions radiales formant entre elles un angle de 90°.

5        Selon l'invention, le codeur comporte un circuit d'échantillonnage de l'alimentation électrique des moyens intégrés de comptage électronique permanent selon deux fréquences f1 et f2, dont l'une f1 est une haute fréquence active en présence de l'alimentation électrique normale, et  
10    dont l'autre f2 est une basse fréquence active en cas de coupure de l'alimentation électrique normale.

      Selon l'invention, les moyens pour délivrer le signal incrémental comportent un circuit pour élaborer le signal incrémental à partir des variations des valeurs analogiques  
15    de position angulaire fournies par un détecteur analogique inclus dans le codeur ou externe au codeur. Et le codeur selon l'invention comporte un circuit de commutation pour délivrer sur un même bus de sortie en série à partir de chaque signal de commande d'une part la valeur numérique de  
20    position absolue élaborée, puis le signal incrémental délivré à partir de cette valeur numérique de position absolue.

      Selon l'invention, le codeur comporte également un circuit de transformation de la valeur numérique de  
25    position absolue en un signal série formé de trains d'impulsions binaires successifs dont le format est similaire aux signaux incrémentaux délivrés par le codeur à partir de cette valeur numérique de position absolue.

      L'invention concerne également une installation de  
30    commande numérique d'un arbre rotatif comprenant au moins une alimentation électrique normale, un dispositif de traitement d'informations numériques recevant des informations d'un codeur numérique rotatif associé à l'arbre et fournissant des informations de commande à un

moteur accouplé à l'arbre, caractérisée en ce que le codeur numérique rotatif est un codeur selon l'invention.

L'invention concerne également une machine telle qu'une machine-outil ou un robot comportant au moins un  
5 arbre rotatif accouplé à au moins un moteur caractérisée en ce qu'elle comporte un codeur numérique rotatif selon l'invention accouplé à chaque arbre rotatif et en ce qu'elle est commandée par une installation selon l'invention.

10 L'invention concerne également un codeur numérique rotatif, une installation de commande numérique, et une machine, caractérisés en ce qu'ils comportent en combinaison tout ou partie des caractéristiques mentionnées ci-dessus ou ci-après.

15 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

. La figure 1 est un schéma synoptique illustrant une installation de commande numérique selon l'invention  
20 mettant en oeuvre un procédé de commande numérique selon l'invention.

. La figure 2 est une vue en coupe axiale d'un codeur numérique rotatif selon l'invention.

. La figure 3 est une vue selon la ligne III-III de  
25 la figure 2.

. Les figures 4a, 4b, 4c, 4d, 4e illustrent des modes de réalisation des schémas électriques respectivement de chaque platine du codeur numérique rotatif selon l'invention représenté à la figure 2.

30 Sur la figure 1, on a représenté une installation de commande numérique d'un arbre 1 rotatif autour d'un axe de rotation 2, comprenant au moins une alimentation électrique normale 3, un dispositif 4 de traitement d'informations numériques recevant des informations d'un codeur numérique



rotatif 5 associé accouplé en rotation à l'arbre 1. Le dispositif 4 de traitement d'informations numériques fournit des informations de commande à un moteur 6 électrique accouplé à l'arbre 1. Un détecteur 7 analogique  
5 est également accouplé à l'arbre 1 entre le moteur 6 et le codeur 5. Ce détecteur 7 analogique est constitué d'un résolveur à bobine électromagnétique connu en lui-même qui peut-être intégré soit au moteur 6 soit au codeur 5 ou interposé entre ce moteur 6 et le codeur 5 comme représenté  
10 sur la figure 1.

Le moteur 6, le détecteur 7, le codeur 5 et le dispositif 4 de traitement d'informations numériques sont alimentés en courant continu basse tension par l'alimentation électrique normale 3. Le dispositif 4 de  
15 traitement d'informations numériques est relié au moteur 6 par un câble 8 pour la commande de ce moteur 6. Le codeur 5 est relié au dispositif 4 de traitement d'informations numériques par un bus de sortie 9 série qui véhicule le signal numérique en provenance du codeur 5 vers ce  
20 dispositif 4, et par un câble 10 de commande qui fournit un signal de commande RESET du dispositif 4 vers le codeur 5. Et le détecteur 7 analogique est relié au codeur 5 par un câble 11 véhiculant des signaux analogiques vers le codeur 5.

25 Le codeur numérique rotatif 5 selon l'invention est destiné à fournir un signal numérique représentatif du déplacement angulaire en rotation (c'est-à-dire de l'amplitude totale en rotation) de l'arbre rotatif 1 à partir d'une position initiale de référence absolue. Cette  
30 position initiale de référence absolue correspond à une position définie mécaniquement, par exemple par des contacts ou par des butées limitant la rotation de l'arbre rotatif 1 par rapport au châssis du moteur ou de la machine (non représentée) sur laquelle le moteur 6, l'arbre rotatif

1 et le codeur numérique rotatif 5 sont montés. La position initiale de référence absolue peut être ainsi définie arbitrairement, ou par la position de l'arbre rotatif 1 lorsque survient un événement extérieur prédéterminé.

5        Selon l'invention, le codeur numérique rotatif 5 comporte des moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue définissant la position angulaire absolue de l'arbre rotatif 1 résultant de son déplacement angulaire en rotation à partir de la position initiale de  
10 référence absolue. La position angulaire absolue est donnée par l'amplitude angulaire de rotation de l'arbre 1 à partir de la position initiale de référence absolue, par exemple en nombre de tours et fractions de tours de rotation effectués par l'arbre 1.

15        Le codeur numérique rotatif 5 selon l'invention comporte également des moyens 20 de transmission sur commande de cette valeur numérique de position absolue sur le bus de sortie 9.

      Le codeur numérique rotatif 5 selon l'invention  
20 comporte également des moyens 19 pour délivrer au moins à partir de la transmission d'une valeur numérique de position absolue, un signal incrémental proportionnel au déplacement angulaire en rotation de l'arbre rotatif 1. Ce signal incrémental délivré par les moyens 19 est donc  
25 représentatif de l'amplitude de déplacement angulaire en rotation de l'arbre rotatif 1 depuis la dernière valeur numérique de position absolue transmise par les moyens 20 de transmission sur commande.

      Les moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de  
30 position absolue sont représentés schématiquement à la figure 1 par un cadre en traits pointillés. Ces moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue sont actifs, c'est-à-dire fournissent cette valeur numérique de position absolue, à réception d'un signal de

commande RESET qui leur est fourni au moins lors de l'établissement ou du rétablissement de l'alimentation électrique normale 3 du codeur 5 à partir du dispositif 4 de traitement d'informations numériques. Ainsi, le signal  
5 de commande RESET est fourni par le dispositif 4 de traitement d'informations numériques aux moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue à la mise sous tension du codeur 5 par l'alimentation normale 3, ce qui a pour effet de déclencher la fourniture de cette  
10 valeur numérique de position absolue par les moyens 12 d'élaboration aux moyens 20 de transmission sur commande des signaux sur le bus de sortie 9. Les moyens 12 d'élaboration selon l'invention élaborent en permanence, c'est-à-dire même en l'absence de courant électrique en  
15 provenance de l'alimentation électrique normale 3, au moins une partie de la valeur numérique de position absolue. En particulier, les moyens 12 d'élaboration élaborent en permanence le nombre de tours effectués par l'arbre rotatif 1. Par contre, les moyens 12 d'élaboration élaborent la  
20 totalité de la valeur numérique de position absolue sur commande pour la fournir aux moyens 20 de transmission.

Selon l'invention, les moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue comportent des moyens 13, 14, 15, 16, 17, intégrés au codeur 5, de comptage  
25 électronique permanent du nombre de tours de rotation effectués par l'arbre rotatif 1. Ces moyens 13 à 17 de comptage électronique sont dits permanents en ce qu'ils réalisent le comptage du nombre de tours automatiquement et systématiquement. Ces moyens 13 à 17 de comptage  
30 électronique comportent une source 13 autonome d'énergie électrique assurant leur fonctionnement continu en cas de coupure de l'alimentation électrique normale 3 externe du codeur, ou même lorsque le codeur 5 est déconnecté de l'alimentation électrique normale 3.

Les moyens 13, 14, 15, 16, 17 de comptage électronique permanent comportent un détecteur 15, 16 électromagnétique de rotation fournissant des impulsions de comptage à un compteur électronique 17, et la source 5 électrique autonome 13 intégrée au codeur 5 et assurant le fonctionnement continu de ces moyens 13 à 17 de comptage électronique en cas de coupure ou de déconnexion de l'alimentation électrique normale externe 3. Les moyens 13 à 17 de comptage électronique permanent comportent également un circuit 14 d'échantillonnage de l'alimentation électrique du détecteur 15, 16 électromagnétique selon deux fréquences  $f_1$  et  $f_2$ , dont l'une  $f_1$  est une haute fréquence active en présence de l'alimentation électrique normale 3, et dont l'autre  $f_2$  est une basse fréquence active en cas de coupure de l'alimentation électrique normale 3. Selon l'invention, la haute fréquence  $f_1$  est de l'ordre de mille fois la basse fréquence  $f_2$ . Par exemple,  $f_1$  est comprise entre 10 et 1000 kHz, notamment de l'ordre de 100 kHz, alors que  $f_2$  est comprise entre 10 et 1000 Hz, notamment de l'ordre de 100 Hz. La fréquence  $f_1$  est déterminée pour assurer la détection d'une rotation d'un tour aux plus hautes vitesses de rotation de l'arbre 1, et la fréquence  $f_2$  est déterminée pour assurer la continuité du comptage du nombre de tours par le détecteur 15, 16 électromagnétique alimenté par la source électrique autonome 13. Mais lorsque l'alimentation normale 3 est coupée ou déconnectée, le moteur électrique 6 est supposé hors de fonction et la vitesse de rotation de l'arbre 1 est au maximum celle engendrée par des mouvements donnés manuellement ou par la gravité à l'arbre 1. Cette vitesse étant beaucoup plus faible que la vitesse maximum nominale en fonctionnement, la fréquence d'échantillonnage peut être beaucoup plus basse, ce qui permet de réaliser une économie d'énergie et une plus grande longévité de l'alimentation autonome 13.

Selon l'invention, la source électrique autonome 13 intégrée au codeur 5 n'a pour fonction que d'alimenter les moyens 13 à 17 de comptage électronique permanent, c'est à dire le détecteur 15, 16 et le compteur 17, et est activée  
5 et électriquement connectée à ces moyens 13 à 17 de comptage électronique permanent uniquement lorsque l'alimentation électrique normale externe 3 n'alimente pas ces moyens 13 à 17 de comptage électronique permanent.

Le compteur électronique 17 fournit des informations  
10 numériques de comptage à un circuit 18 de mise en forme de la valeur numérique de position absolue, qui lui-même fournit cette valeur mise en forme aux moyens 20 de transmission sur commande des signaux sur le bus 9 de sortie.

15 Les moyens 19 pour délivrer le signal incrémental comportent un circuit 19 pour élaborer le signal incrémental à partir des variations de valeurs analogiques de position angulaire fournies par le détecteur 7 analogique externe.

20 Les figures 2 et 3 représentent un mode de réalisation du codeur numérique rotatif incrémental absolu selon l'invention. Ce codeur 5 comprend un carter 21, de forme globalement cylindrique monté sur le châssis de la machine. L'arbre 1 rotatif pénètre à l'intérieur du carter  
25 21 par rapport auquel il est guidé par un palier 22. L'arbre 1 rotatif est par ailleurs accouplé en rotation à l'arbre de sortie du résolveur 7 et/ou du moteur 6. Le codeur numérique 5 comporte une série de platines électroniques 23, 24, 25, 26, 27, chacune en forme de  
30 disque s'étendant radialement, et reliées les unes aux autres par un bus 28 de fond de panier qui est lui-même relié à un connecteur de sortie 29 pour la connexion du codeur 5 au bus 9 de sortie.

Selon l'invention, le détecteur 15, 16 électromagnétique comprend au moins un émetteur magnétique 15 centré sur l'axe 2 de rotation de l'arbre 1 et solidaire de l'arbre 1 ou du châssis de la machine, et définissant un champ magnétique non symétrique de révolution autour de l'axe 2 de rotation. Le détecteur 15, 16 électromagnétique comprend également deux capteurs à effet Hall 30a, 30b montés solidaires du châssis (lorsque l'émetteur 15 est solidaire de l'arbre 1) ou de l'arbre 1 (lorsque l'émetteur 15 est solidaire du châssis) placés en regard de l'émetteur 15 à égale distance de l'axe 2 de rotation et selon deux directions radiales formant entre elles un angle de 90°. Les deux capteurs à effet Hall 30a, 30b sont donc disposés pour détecter le passage des pôles du champ magnétique de l'émetteur magnétique 15 au fur et à mesure de la rotation de l'arbre 1.

Selon l'invention, l'émetteur 15 comporte au moins un dipôle magnétique, notamment au moins un dipôle magnétique définissant un champ magnétique au moins sensiblement parallèle à l'axe 2 de rotation. Dans ce dernier cas, les capteurs à effet Hall 30a, 30b sont disposés dans un plan radial s'étendant axialement à proche distance et en regard de l'émetteur 15. Selon l'invention, l'émetteur 15 comporte deux dipôles magnétiques 15a, 15b, axiaux montés tête-bêche symétrique l'un de l'autre par rapport à l'axe 2 de rotation selon une même direction radiale de façon à définir deux champs magnétiques parallèles à l'axe 2 de rotation de sens opposé. Les champs magnétiques de chaque dipôle magnétique 15a, 15b sont représentés sur les figures 2 et 3 par les lettres N représentant le pôle nord, et S représentant le pôle sud.

Dans le mode de réalisation représenté, chaque dipôle magnétique est constitué d'un aimant permanent monté solidaire de l'extrémité libre 31 de l'arbre 1 de façon à

définir un champ magnétique tournant autour de l'axe de rotation avec l'arbre 1, et chaque capteur à effet Hall 30a, 30b est placé pour détecter le passage de ce champ tournant par une position radiale angulaire correspondant à la position de ce capteur à effet Hall 30a, 30b par rapport à l'axe 2 de rotation.

Ainsi, l'émetteur 15 est constitué de deux aimants permanents axiaux 15a, 15b, et les capteurs à effet Hall 30a, 30b sont montés solidaires de la première platine 23 électronique radiale à distance et en regard de la trace des aimants 15a, 15b au cours de la rotation de l'arbre 1. Ainsi, le passage de chaque pôle de chaque aimant 15a, 15b, en regard de l'un des capteurs à effet Hall 30a, 30b engendre l'émission d'une impulsion par le capteur à effet Hall 30a, 30b correspondant.

Les deux aimants 15a, 15b sont accolés l'un contre l'autre à l'extrémité libre 31 de l'arbre 1.

La figure 4a représente le circuit électronique de la platine 23 portant les capteurs à effet Hall 30a, 30b. Ce circuit est constitué du circuit 16 de détection faisant partie du détecteur 15, 16 électromagnétique et incorporant les deux capteurs à effet Hall 30a, 30b, du circuit 14 d'échantillonnage de l'alimentation électrique du circuit de détection 16, et d'une temporisation 32 maintenant l'échantillonnage à haute fréquence  $f_1$  par le circuit 14 pendant une durée prédéterminée après la détection d'une coupure de l'alimentation électrique normale 3. Ainsi, on assure que le comptage par le compteur 17 et le circuit 16 de détection restent fiables pendant la décélération de l'arbre 1 rotatif suite à une coupure du courant électrique fourni par l'alimentation normale 3. Le circuit d'échantillonnage 14 comporte un circuit 33 fournissant une base de temps à haute fréquence  $f_1$ , et un circuit 34 fournissant une base de temps à basse fréquence  $f_2$ , les

composants de ce circuit étant alimentés par l'alimentation autonome 13. La porte NAND 35 en sortie du circuit de temporisation 32 permet de détecter l'absence ou la présence de tension dans le + de l'alimentation normale 3.

5 Lorsque cette tension est présente, la porte NAND 36 sature le transistor 37 qui relie les bornes négatives des capteurs à effet Hall 30a, 30b, à la borne négative OVS de l'alimentation autonome 13, et ce selon la fréquence  $f_1$  sélectionnée par la porte NAND 37. Lorsque le + de  
10 l'alimentation normale est absent, la porte NAND 37 commute l'entrée de la porte NAND 36 sur la basse fréquence  $f_2$  et ce par l'intermédiaire de la porte NAND 38 qui a ses sorties reliées respectivement aux deux circuits 33, 34 de base de temps.

15 La platine 23 comporte également un circuit 39 de base de temps à 20 kHz pour gérer les composants électroniques.

On a représenté sur les parties droites des figures 4a à 4e les connecteurs véhiculant les signaux sur le bus  
20 28 de fond de panier. La désignation de ces signaux du bus reste identique sur toutes les figures.

Les capteurs à effet Hall 30a, 30b sont alimentés par la borne positive +S de l'alimentation autonome 13. Les signaux qu'ils délivrent sont transmis à des bascules 40a, 40b qui lisent l'état de sortie de deux capteurs à effet  
25 Hall 30a, 30b et mémorisent le dernier état tant qu'une nouvelle impulsion n'est pas fournie par le capteur à effet Hall correspondant. Les bascules 40a, 40b délivrent en sortie les signaux A1 et B1 provenant respectivement des  
30 capteurs à effet Hall 30a, 30b sous forme d'impulsions à chaque passage de l'émetteur 15 en regard du capteur à effet Hall correspondant.

La figure 4b représente le circuit électronique de la deuxième platine 24 du codeur 5. Celui-ci comporte le



compteur électronique 17 recevant les signaux d'horloge CLK1 de la base de temps 39 et les signaux A1 et B1 d'impulsions en provenance des capteurs à effet Hall. Le compteur 17 est un circuit intégré qui élabore en permanence sur 14 bits et à partir des signaux A1 et B1 ; la valeur numérique correspondant au nombre de tours effectués par l'arbre 1 à partir de la position initiale de référence absolue. Egalement, le compteur 17 élabore à partir des signaux A1 et B1 une valeur numérique sur deux bits déterminant le nombre de quarts de tours de rotation effectués dans le dernier tour non achevé, c'est-à-dire depuis le dernier tour compté. Cette valeur numérique sur 2 bits déterminant le quart de tour dans lequel l'émetteur 15 se trouve par rapport aux capteurs à effet Hall 30a, 30b permet de réaliser la corrélation avec l'origine du détecteur analogique 7 qui fournit quant à lui des signaux représentant la position de l'arbre 1 dans le dernier tour de rotation non achevé à partir de son origine. Par ailleurs, l'origine du détecteur analogique 7 peut être reliée à la position initiale de référence absolue. Ainsi, connaissant le nombre de tours complets réalisés depuis la position initiale de référence absolue et le quart de tour dans lequel l'arbre 1 de rotation se trouve grâce au détecteur électromagnétique 15, 16, les signaux de position fournis par le détecteur analogique 7 peuvent être interprétés sans ambiguïté par le dispositif 4 de traitement informatique programmé à cet effet pour déterminer le nombre de tours exact et la position exacte de l'arbre 1 réalisés depuis la position initiale de référence absolue qui, elle, est déterminée par rapport à l'origine angulaire du détecteur analogique 7. Une telle corrélation est connue en elle-même de l'art antérieur et ne sera pas décrite plus en détail.

Ainsi, les moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue élaborent cette valeur à partir de la valeur numérique de position de l'arbre 1 dans le dernier tour de rotation non achevé élaborée à partir  
5 des signaux analogiques fournis par le résolveur 7. Cette valeur numérique élaborée à partir des signaux analogiques fournis par le résolveur 7 est transmise sur 12 bits en série par le signal DATA 2 du bus 28 de fond de panier, avec un signal d'horloge CLK2 correspondant.

10 Les moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue fournissent : la valeur numérique représentant le nombre de tours de rotation déterminé par les moyens 13 à 17 de comptage électronique ; la valeur numérique représentant le nombre de quarts de tours de  
15 rotations effectués ; et la valeur numérique de position de l'arbre 1 dans le dernier tour de rotation élaborée à partir des signaux fournis par le résolveur 7, ces valeurs numériques étant transmises en série les unes à la suite des autres avec des bits de séparation par les moyens 20 de  
20 transmission sur commande à partir d'un signal de commande RESET.

Ainsi, outre le compteur électronique 17, le circuit électronique de la deuxième platine 24 comporte également un circuit 18 de mise en forme de cette valeur numérique de  
25 position absolue représenté par un cadre en traits pointillés sur la figure 4b. Ce circuit 18 de mise en forme a donc pour fonction d'élaborer et de transmettre, à réception du signal de commande RESET, sur le signal DATA 3 bit par bit en série la valeur numérique de position  
30 absolue, avec un signal d'horloge CLK3 correspondant et ce à partir de la valeur numérique fournie par le compteur électronique 17 et de la valeur numérique sur 12 bits du signal DATA 2 élaborée à partir des signaux fournis par le résolveur 7. Le compteur électronique 17 est un compteur

deux fois 8 bits parallèles qui délivre donc sur 14 bits le nombre de tours de rotation et sur 2 bits le quart de tour. Sa sortie parallèle sur 8 bits est fournie à deux registres à décalage 41, 42 sur 8 bits connectés en série l'un à l'autre. Et le signal DATA 2 sur 12 bits destiné à être placé après les 16 bits fournis par le compteur 17 sont fournis à l'entrée du deuxième registre à décalage 42 délivrant les bits de poids faible. La valeur numérique de position absolue est donc fournie sur le signal DATA 3 sur 32 bits (14 bits du nombre de tours, 2 bits du quart de tours, 12 bits de la position absolue et des bits de séparation) bit par bit en série synchronisé par le signal d'horloge CLK3. Pour synchroniser le fonctionnement des deux registres à décalage 41, 42 et du compteur électronique 17, la deuxième platine 24 comprend un circuit 43 de synchronisation qui délivre des signaux de sélection et de synchronisation appropriés à partir du signal RESET de commande qui est par ailleurs directement fourni aux registres à décalage 41, 42.

Le signal RESET de commande est fourni sur le bus 28 de fond de panier 28 par le dispositif 4 de traitement d'informations numériques, lorsque celui-ci détecte l'établissement ou le rétablissement de l'alimentation électrique normale 3. Pour ce faire, ce dispositif 4 de traitement d'informations numériques comporte un circuit de détection du rétablissement de l'alimentation électrique normale 3 du codeur 5 et des moyens pour émettre ce signal de commande RESET en cas de détection de ce rétablissement. On peut aussi prévoir l'émission du signal de commande RESET selon d'autres circonstances. De tels circuits ou moyens sont connus en eux-mêmes et peuvent être réalisés électroniquement et/ou par programmation. On pourrait prévoir en variante que ce circuit de détection soit inclus dans le codeur numérique 5 lui-même notamment dans le cas

où l'alimentation électrique normale du dispositif 4 de traitement d'informations numériques n'est pas la même que l'alimentation électrique normale 3 du codeur numérique 5.

La figure 4c représente le circuit électronique de la  
5 troisième platine 25 du codeur 5. Celui-ci reçoit les signaux analogiques REF L, REF H, COS L, COS H, SIN L, SIN H, en provenance du résolveur 7. Ces signaux sont traités tout d'abord par des amplificateurs différentiels 44 qui filtrent les modes communs, puis sont fournis à l'entrée  
10 d'un circuit intégré 19. Ce circuit intégré 19 constitue les moyens 19 pour délivrer le signal incrémental, et élabore donc le signal incrémental à partir des variations des valeurs analogiques de position angulaire fournies par le détecteur 7 analogique. Ce circuit intégré 19 constitue  
15 également un circuit de calcul de la valeur numérique de position de l'arbre 1 dans le tour de rotation non achevé à partir des signaux analogiques de position angulaire qui lui sont fournis par le détecteur 7 analogique externe au codeur 5. Ainsi, le circuit intégré 19 fournit sur les  
20 signaux A2 et B2 le signal incrémental sur deux voies correspondant aux variations de positions de l'arbre 1 à partir de la valeur numérique de position absolue dernièrement transmise au dispositif 4 de traitement d'informations numériques. Et ce circuit 19 fournit sur le  
25 signal DATA 2 en série et selon le signal d'horloge CLK2 la valeur numérique de position de l'arbre 1 par rapport à l'origine du résolveur 7. Un tel circuit intégré 19 de traitement des signaux analogiques fournis par un résolveur 7 électromagnétique est connu en lui-même, par exemple le  
30 circuit intégré 2S90 commercialisé par ANALOG DEVICE.

Par ailleurs, la troisième platine 25 reçoit le + de l'alimentation électrique normale 3 qui est fourni au circuit intégré 19 et à un circuit 45 convertisseur hâché qui fournit une tension négative à ce circuit intégré 19.

La figure 4d représente le circuit électronique de la quatrième platine 26 du codeur 5 qui constitue les moyens 20 de transmission sur commande. Celui-ci comporte un circuit 46 de commutation pour délivrer sur le bus de sortie 9 en série, à partir de chaque signal de commande RESET, d'une part la valeur numérique de position absolue élaborée par les moyens 12 d'élaboration, puis les signaux incrémentaux délivrés par le circuit 19. Ce circuit électronique de la platine 26 fournit les signaux A3 et B3 numériques série sur deux voies destinés à ce bus 9. Ce circuit 20 de transmission sur commande comporte un circuit 47 de transformation de la valeur numérique de position absolue fournie par le signal DATA 3 sur 32 bits série en binaire, en un signal série formé de trains d'impulsions successives, chaque train d'impulsions correspondant à la valeur prise par chaque bit de la valeur numérique de position absolue, ce circuit 47 de transformation émettant cette valeur numérique de position absolue transformée sur le bus de sortie 9 sous la commande du circuit 46 de commutation. Ainsi, la valeur 0 ou 1 de chaque bit arrivant sur le signal DATA 3 est traduite en un train d'impulsions, par exemple de 64 impulsions dont le sens positif ou négatif dépend de la valeur du bit à transmettre. De plus, ces trains d'impulsions sont déterminés pour avoir la même forme que les incréments formant le signal incrémental fourni par le circuit 19 sur les signaux A2 et B2. La durée de transmission d'un bit de la valeur numérique de position absolue est inférieure au temps d'interpolation du dispositif 4 de traitement d'informations numériques, de sorte que ce dispositif 4, en comptabilisant la somme des impulsions transmises sur deux périodes d'interpolation successives a certainement comptabilisé l'intégralité des impulsions correspondant à un bit. Entre la transmission de 2 bits successifs, les moyens 20 de transmission réalisent

une attente supérieure au temps d'interpolation. Ces moyens 20 de transmission comportent une base de temps 48 qui détermine la fréquence d'émission des trains d'impulsions en sortie du circuit 47 de transformation. Par ailleurs, un 5 compteur 49 comptabilise les bits transformés par le circuit 47 de transformation et délivrés en sortie. Lorsque le compteur 49 a comptabilisé les 32 bits de la valeur numérique de position absolue à partir du signal de commande RESET, il commande la commutation du circuit 46 10 de commutation qui délivre alors sur les signaux A3 et B3 les signaux d'incréments A2 et B2 fournis à partir du circuit intégré 19. Le compteur 49 gère également le signal d'horloge CLK3 à partir du circuit 48 de base de temps. Le circuit 47 de transformation des bits de la valeur 15 numérique de position absolue en trains d'impulsions et le circuit 46 de commutation peuvent être réalisés d'une bascule et de portes NAND comme représentés.

La figure 4e représente le circuit électronique de la cinquième platine 27 du codeur 5. Ce circuit comporte tout 20 d'abord un circuit 13 formant la source électrique autonome intégrée au codeur 5, qui délivre une tension continue en permanence entre ses bornes +S et 0VS en présence ou en l'absence d'alimentation électrique normale 3. Cette source électrique autonome 13 comporte un jeu de piles 50 ou 25 d'accumulateurs, des condensateurs et des inductances de filtrage, un circuit 51 intégré régulateur de tension et une diode 52 de blocage qui transmet, sur le signal +S, le signal + de l'alimentation normale 3 lorsqu'il est présent, et qui est bloquée dans le cas contraire, la tension en 30 sortie du circuit 51 régulateur de tension étant transmise sur le +S à la place de la tension +. Le signal 0V relié à la borne négative de la pile 50 est dédoublé de façon à pouvoir déconnecter de l'extérieur, notamment à partir du dispositif 4 de traitement d'informations numériques, cette

pile 50 du circuit. Lorsque les deux signaux 0V sont reliés l'un à l'autre, la pile 50 est en circuit et l'alimentation autonome 13 est en fonctionnement, alors que lorsque les deux signaux 0V sont déconnectés l'un de l'autre, 5 l'alimentation autonome 13 ne fournit plus de tension. Cette déconnexion est utile notamment lors de l'initialisation de l'installation pour déterminer la position initiale de référence absolue. En effet, la suppression du signal +S permet notamment de réinitialiser 10 le compteur 17 et les différents circuits des moyens 12 d'élaboration de la valeur numérique de position absolue.

La cinquième platine 27 comporte également des tampons de sortie 53 qui transforment les signaux A3, B3 en provenance du circuit 20 d'émission en quatre signaux A, 15 NON A, B et NON B délivrés sur le bus de sortie 9.

L'installation de commande numérique selon l'invention représentée sur la figure 1 de l'arbre rotatif 1 comprend au moins une alimentation électrique normale 3 (éventuellement plusieurs alimentations électriques si 20 nécessaires), et le dispositif 4 de traitement d'informations numériques qui reçoit les informations du codeur numérique rotatif 5 associé à l'arbre 1, et qui fournit des informations de commande au moteur 6 accouplé à l'arbre 1. Le dispositif 4 de traitement d'informations 25 numériques est programmé pour recevoir et interpréter les signaux en provenance du codeur 5 correspondant à la valeur numérique de position absolue suite à l'émission par ce dispositif 4 de traitement d'informations numériques d'un signal de commande RESET activant les moyens 12 30 d'élaboration et les moyens 20 de transmission sur commande de la valeur numérique de position absolue du codeur 5. Cette activation a pour conséquence que les moyens 20 de transmission sur commande délivrent sur le bus de sortie 9 les 32 bits de la valeur numérique de position

absolue, sous forme de trains d'impulsions. Pendant la transmission des 32 bits de la valeur numérique de position absolue sous forme de trains d'impulsions sur le bus de sortie 9, l'arbre 1 est généralement bloqué en rotation.

- 5 Pour ce faire, l'installation comporte par exemple des moyens de blocage de l'arbre 1 pendant la transmission des signaux correspondant à la valeur numérique de position absolue par le codeur 5 au dispositif 4 de traitement d'informations numériques. Ces moyens de blocage sont
- 10 simplement constitués dans le mode de réalisation représenté par le moteur 6 qui est commandé par un signal de blocage à partir du dispositif 4 de traitement de l'information numérique. Ainsi, lorsque ce dispositif 4 de traitement de l'information numérique délivre le signal de
- 15 commande RESET, il délivre simultanément un signal de blocage du moteur électrique 6.

L'installation selon l'invention comporte également le détecteur 7 analogique couplé à l'arbre rotatif 1 et fournissant au codeur 5 le signal analogique représentatif

20 de la position angulaire de l'arbre 1 par rapport à une direction radiale de référence de ce détecteur analogique 7.

- L'invention concerne aussi une machine telle qu'une machine outil, un manipulateur, un portique, un robot ou
- 25 autre comportant au moins un arbre rotatif 1 accouplé à au moins un moteur 6, caractérisée en qu'elle comporte un codeur numérique rotatif 5 selon l'invention accouplé à chaque arbre rotatif 1 et en ce qu'elle est commandée par une installation de commande numérique selon l'invention.
- 30 Bien évidemment, une même installation de commande numérique, c'est-à-dire notamment une même alimentation électrique normale 3 et un même dispositif 4 de traitement d'informations numériques, peut être utilisée pour commander plusieurs arbre rotatifs 1 et plusieurs codeurs



numériques rotatifs 5 d'une même machine, voire même de machines distinctes.

Le procédé de commande numérique mis en oeuvre dans une telle installation selon l'invention grâce au codeur  
5 numérique 5 selon l'invention est caractérisé en ce que l'on élabore la valeur numérique de position absolue définissant la position angulaire absolue de l'arbre rotatif 1 résultant de son déplacement angulaire en rotation à partir d'une position initiale de référence  
10 absolue, et on transmet sur commande cette valeur numérique de position absolue sur un bus de sortie relié au dispositif 4 de traitement, on détermine la position angulaire absolue de l'arbre 1 à partir de signaux incrémentaux délivrés au moins à partir de la transmission  
15 de la dernière valeur numérique de position absolue. Selon l'invention, on élabore en permanence au moins une partie de la valeur numérique de position absolue, on élabore sur commande la totalité de cette valeur et on la délivre au dispositif 4 de traitement d'informations numériques lors  
20 de chaque rétablissement de l'alimentation électrique normale du codeur 5. Plus précisément, après chaque rétablissement de l'alimentation électrique normale du codeur 5, on émet un signal de commande RESET activant la transmission de la valeur numérique de position absolue, on  
25 bloque l'arbre 1 pendant que l'on transmet la valeur numérique de position absolue, bit par bit en série par des trains d'impulsions au dispositif 4 de traitement d'informations numériques, puis on transmet les signaux incrémentaux représentatifs des déplacements de l'arbre 1 à  
30 partir de cette valeur numérique de position absolue dernièrement transmise.

L'invention permet ainsi de réaliser une commande numérique à codeur rotatif incrémental absolu qui est compatible avec des installations déjà existantes de

commande numérique traitant les signaux incrémentaux, mais qui permet de conserver la position absolue en toute circonstance. En particulier, l'utilisation de capteur à effet Hall couplés à un circuit d'échantillonnage permet de  
5 réduire considérablement la consommation électrique et d'augmenter ainsi l'autonomie de l'alimentation autonome 13. Par exemple, les essais réalisés à partir du mode de réalisation décrit en référence aux figures ont permis de déterminer que la consommation électrique est de l'ordre de  
10 25 micro ampères lorsque l'alimentation électrique normale est coupée. Et dans ce mode de fonctionnement, avec une fréquence d'échantillonnage basse  $f_2$  de l'ordre de 100 Hz les rotations de l'arbre 1 sont autorisées jusqu'à 200 tours/minute sans perte de la position absolue par le  
15 compteur 17. En fonctionnement normal, c'est-à-dire en présence de l'alimentation électrique normale 3, et avec une fréquence d'échantillonnage  $f_1$  de l'ordre de 100 kHz, la vitesse maximum de rotation autorisée pour l'arbre 1 rotatif est de l'ordre de 10.000 tours/minutes.

20 Le codeur numérique selon l'invention est donc particulièrement robuste, de construction simple, sans contact ni usure, a donc une très longue durée de vie, une excellente tenue aux chocs et aux vibrations, est compact, et est compatible avec les commandes numériques à signaux  
25 incrémentaux, et fournit un signal de position absolue avec la fiabilité habituelle des résolveurs. Ainsi, il est possible de déconnecter intégralement le codeur numérique 5 de l'alimentation 3 et du dispositif 4 de traitement d'informations numériques sans perte de l'information tant  
30 que ce codeur numérique 5 reste couplé à l'arbre 1 rotatif.

L'invention peut bien évidemment faire l'objet de nombreuses variantes notamment en ce qui concerne l'incorporation ou non des différents circuits électroniques dans le codeur numérique 5 ou dans des

dispositifs annexes. Par exemple, le résolveur 7 peut fournir ces signaux au dispositif 4 de traitement d'informations numériques qui les retransmet au codeur 5 par le bus de sortie 9.

- 5        Par ailleurs, l'homme du métier pourra réaliser à partir de ses connaissances générales le choix des composants électroniques, leur dimensionnement et la programmation afin d'obtenir les fonctions décrites ci-dessus et telles que représentées sur les figures.

# REVENDICATIONS

1. Codeur numérique rotatif destiné à fournir un signal numérique représentatif du déplacement angulaire en rotation d'un arbre rotatif (1) par rapport à un châssis à  
5 partir d'une position initiale de référence absolue, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens intégrés (13, 14, 15, 16, 17) de comptage électronique permanent du nombre de tours de rotation effectués par l'arbre rotatif (1), et en ce que les moyens intégrés (13, 14, 15, 16, 17)  
10 de comptage électronique comportent une source autonome (13) d'énergie électrique assurant leur fonctionnement continu en cas de coupure de l'alimentation électrique normale externe (3) du codeur ou de déconnexion du codeur.

2. Codeur selon la revendication 1, caractérisé en ce  
15 que les moyens intégrés (13 à 17) de comptage électronique permanent comptent le nombre de quarts de tour de rotation effectués par l'arbre rotatif (1).

3. Codeur selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce que la source électrique autonome (13)  
20 n'est active et électriquement connectée aux moyens intégrés (13 à 17) de comptage électronique permanent que lorsque l'alimentation électrique normale (3) n'alimente pas ces moyens intégrés (13 à 17) de comptage électrique permanent.

25 4. Codeur selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens intégrés (13 à 17) de comptage électronique permanent comportent un détecteur (15, 16) électromagnétique de rotation fournissant des impulsions de comptage à un compteur électronique (17).

30 5. Codeur selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit (14) d'échantillonnage de l'alimentation électrique du détecteur (15, 16) électromagnétique selon deux fréquences f1 et f2 dont l'une f1 est une haute fréquence active en présence de

l'alimentation électrique normale (3) et dont l'autre f2 est une basse fréquence active en cas de coupure de l'alimentation électrique normale (3) et lorsque la source autonome (13) d'énergie électrique est active.

5           6. Codeur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte une temporisation (32) maintenant l'échantillonnage à haute fréquence f1 pendant une durée prédéterminée après la détection d'une coupure de l'alimentation électrique normale (3).

10           7. Codeur selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que les moyens intégrés (13, 19) de comptage électronique permanent font partie de moyens (12) d'élaboration de la valeur numérique de position absolue définissant la position angulaire absolue de l'arbre  
15 rotatif (1) résultant de son déplacement angulaire en rotation à partir de la position initiale de référence absolue, et en ce qu'il comporte des moyens (20) de transmission sur commande de cette valeur numérique de position absolue sur un bus (9) de sortie, et des moyens  
20 (19) pour délivrer au moins à partir de chaque transmission d'une valeur numérique de position absolue, un signal incrémental proportionnel au déplacement angulaire en rotation de l'arbre rotatif (1).

          8. Codeur selon la revendication 7, caractérisé en ce  
25 que les moyens (20) de transmission sur commande de la valeur numérique de position absolue sont actifs sur une commande qui leur est fournie au moins lors du rétablissement de l'alimentation électrique normale (3) du codeur.

30           9. Codeur selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé en ce que les moyens (12) d'élaboration de la valeur numérique de position absolue élaborent cette valeur à partir d'une valeur numérique de position de l'arbre (1) dans le dernier tour de rotation non achevé.

10. Codeur selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit (19) de calcul de la valeur numérique de position de l'arbre (1) dans le tour de rotation à partir de valeurs analogiques de position angulaire qui lui sont fournies par un détecteur (7) analogique externe au codeur (5).

11. Codeur selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les moyens (19) pour délivrer le signal incrémental comportent un circuit (19) pour élaborer le signal incrémental à partir des variations des valeurs analogiques de positions angulaires fournies par un détecteur (7) analogique.

12. Codeur selon l'une des revendications 7 à 11 caractérisé en ce qu'il comporte un circuit (46) de commutation pour délivrer sur un même bus de sortie (9) en série à partir de chaque signal de commande d'une part la valeur numérique de position absolue élaborée par les moyens (12), puis le signal incrémental délivré par les moyens (19).

13. Codeur selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comporte un circuit (47) de transformation de la valeur numérique de position absolue en un signal série formé de trains d'impulsions successifs, chaque train d'impulsions correspondant à la valeur prise par chaque bit de la valeur numérique de position absolue, ce circuit (47) de transformation émettant cette valeur numérique de position absolue transformée sur le bus de sortie (9) sous la commande du circuit (46) de commutation.

14. Codeur selon la revendication 2 et l'une des revendications 9 à 13, caractérisé en ce que les moyens (20) de transmission sur commande de la valeur numérique de position absolue fournissent la valeur numérique représentant le nombre de tours de rotation déterminé par les moyens intégrés (13 à 17) de comptage électronique, la

valeur numérique de position de l'arbre (1) dans le tour de rotation, et la valeur numérique représentant le nombre de quarts de tour de rotation effectués dans le dernier tour non achevé, et en ce que ces valeurs numériques sont émises  
5 en série les unes à la suite des autres à partir d'un signal de commande.

15. Codeur selon la revendication 4 et et l'une des revendications 1 à 14 caractérisé en ce que le détecteur (15, 16) électromagnétique comprend au moins un émetteur  
10 magnétique (15) centré sur l'axe (2) de rotation de l'arbre (1) solidaire de l'arbre (1) ou du châssis et définissant un champ magnétique non symétrique de révolution autour de l'axe (2) de rotation, et deux capteurs à effet Hall (30a, 30b) solidaires du châssis ou de l'arbre (1) placés  
15 en regard de l'émetteur (15) à égale distance de l'axe (2) de rotation et selon deux directions radiales formant entre elles un angle de 90°.

16. Codeur selon la revendication 15, caractérisé en ce que l'émetteur (15) comporte au moins un dipôle  
20 magnétique.

17. Codeur selon l'une des revendications 15 et 16 caractérisé en ce que l'émetteur (15) comprend au moins un dipôle magnétique définissant un champ magnétique au moins sensiblement parallèle à l'axe (2) de rotation, et en ce  
25 que les capteurs à effet Hall (30a, 30b) sont disposés dans un plan radial s'étendant axialement à proche distance et en regard de l'émetteur (15).

18. Codeur selon la revendication 17 caractérisé en ce que l'émetteur (15) comporte deux dipôles magnétiques  
30 (15a, 15b) axiaux montés tête-bêche et symétriques l'un de l'autre par rapport à l'axe (2) de rotation selon une même direction radiale de façon à définir deux champs magnétiques parallèles à l'axe (2) de rotation de sens opposés.

19. Codeur selon l'une des revendications 15 et 18, caractérisé en ce que l'émetteur (15) comporte au moins un aimant permanent monté solidaire d'une extrémité libre (31) de l'arbre (1) de façon à définir un champ magnétique tournant autour de l'axe (2) de rotation avec l'arbre (1), et en ce que chaque capteur à effet Hall (30a, 30b) est placé pour détecter le passage de ce champ tournant par une position radiale angulaire correspondant à la position de ce capteur à effet Hall (30a, 30b) par rapport à l'axe (2) de rotation.

20. Installation de commande numérique d'un arbre rotatif (1) comprenant au moins une alimentation électrique normale (3), un dispositif (4) de traitement d'informations numériques recevant des informations d'un codeur numérique rotatif (5) associé à l'arbre (1) et fournissant des informations de commande à un moteur (6) accouplé à l'arbre (1) caractérisée en ce que le codeur numérique rotatif (5) est un codeur selon l'une des revendications 1 à 19.

21. Installation selon la revendication 22, caractérisée en ce que le dispositif (4) de traitement d'informations numériques est programmé pour recevoir et interpréter les signaux en provenance du codeur (5) correspondant à la valeur numérique de position absolue suite à l'émission par ce dispositif (4) de traitement d'informations numériques d'un signal de commande activant les moyens (12) d'élaboration et les moyens (20) de transmission sur commande de la valeur numérique de position absolue du codeur (5).

22. Installation selon l'une des revendications 20 et 21 caractérisée en ce que le dispositif (4) de traitement d'informations numériques comporte des moyens de détection du rétablissement de l'alimentation électrique normale (3) du codeur (5) et des moyens pour émettre un signal de



commande au codeur (5) en cas de détection de ce rétablissement.

23. Installation selon l'une des revendications 20 à 22 caractérisée en ce qu'elle comporte un détecteur  
5 (7) analogique couplé à l'arbre rotatif (1) et fournissant au codeur (5) un signal analogique représentatif de la position angulaire de l'arbre (1) par rapport à une direction radiale de référence du détecteur (7).

24. Machine telle qu'une machine-outil, un  
10 portique, un manipulateur, un robot ou autre comportant au moins un arbre rotatif (1) accouplé à au moins un moteur (6) caractérisée en ce qu'elle comporte un codeur numérique rotatif (5) selon l'une des revendications 1 à 19, accouplé à chaque arbre rotatif (1) et en ce qu'elle est commandée  
15 par une installation de commande numérique selon l'une des revendications 20 à 23.

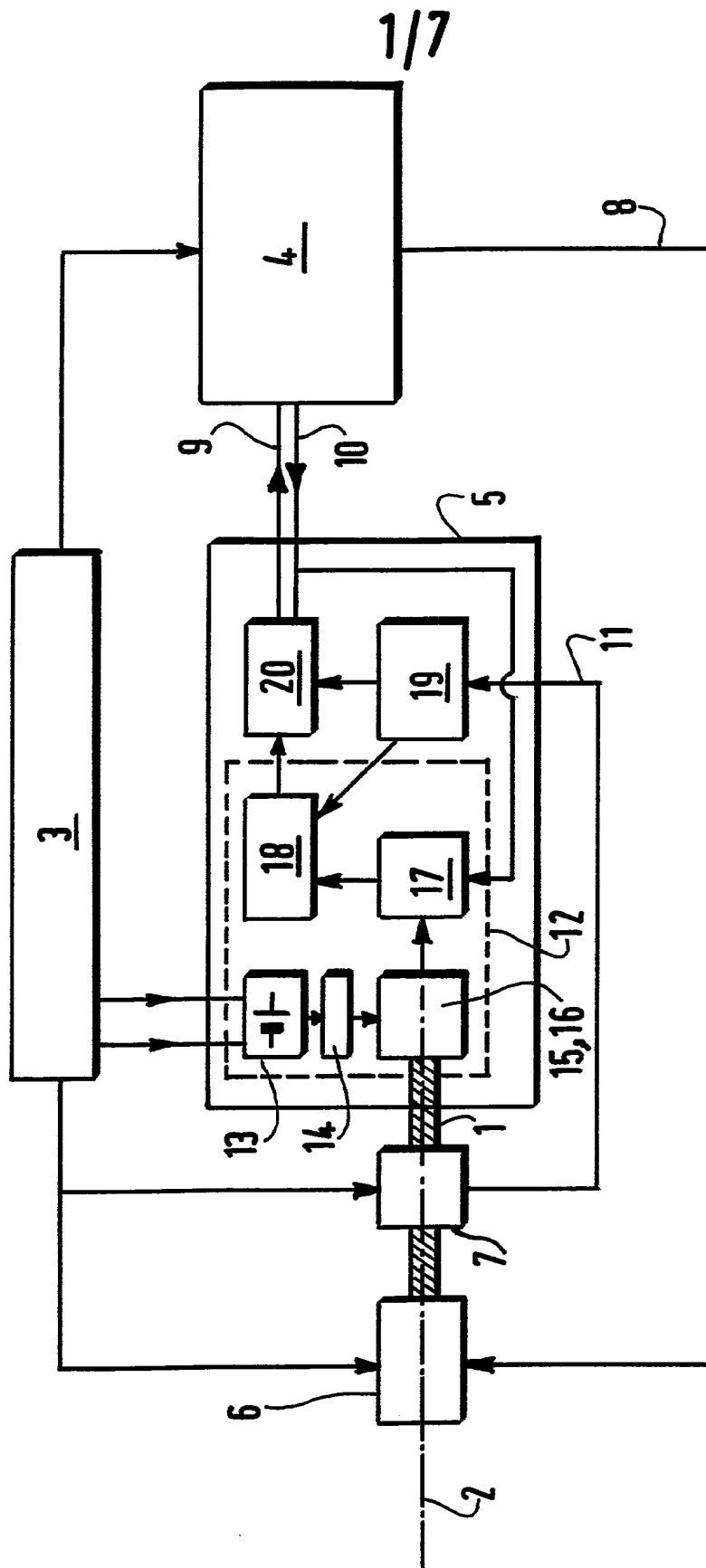


FIG. 1

2/7

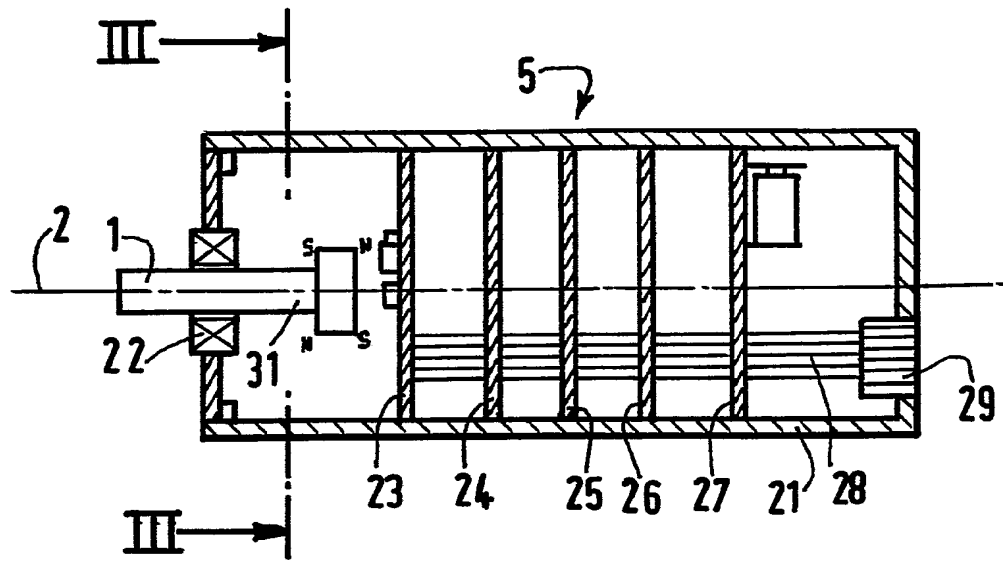


FIG. 2

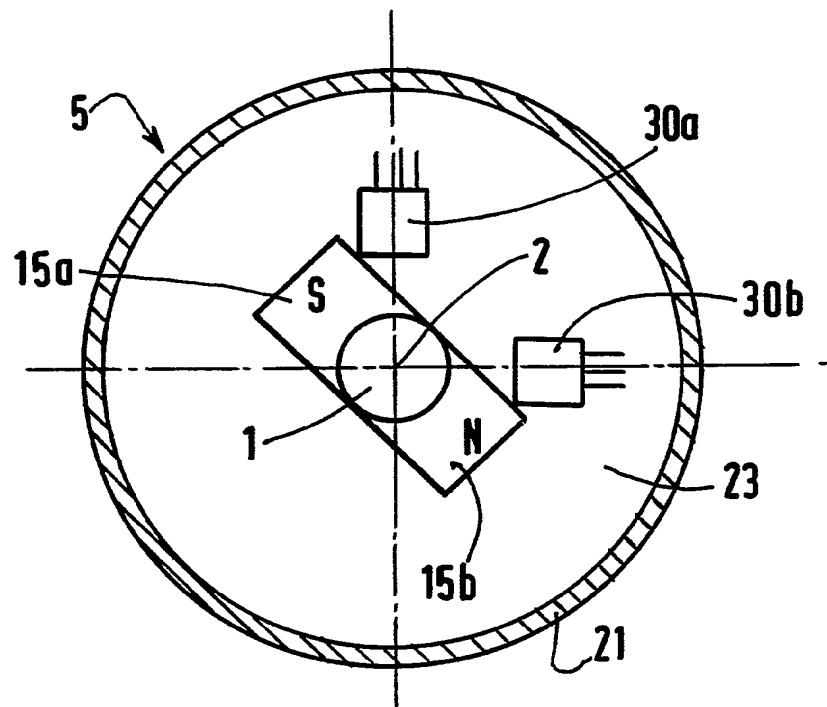


FIG. 3

3/7

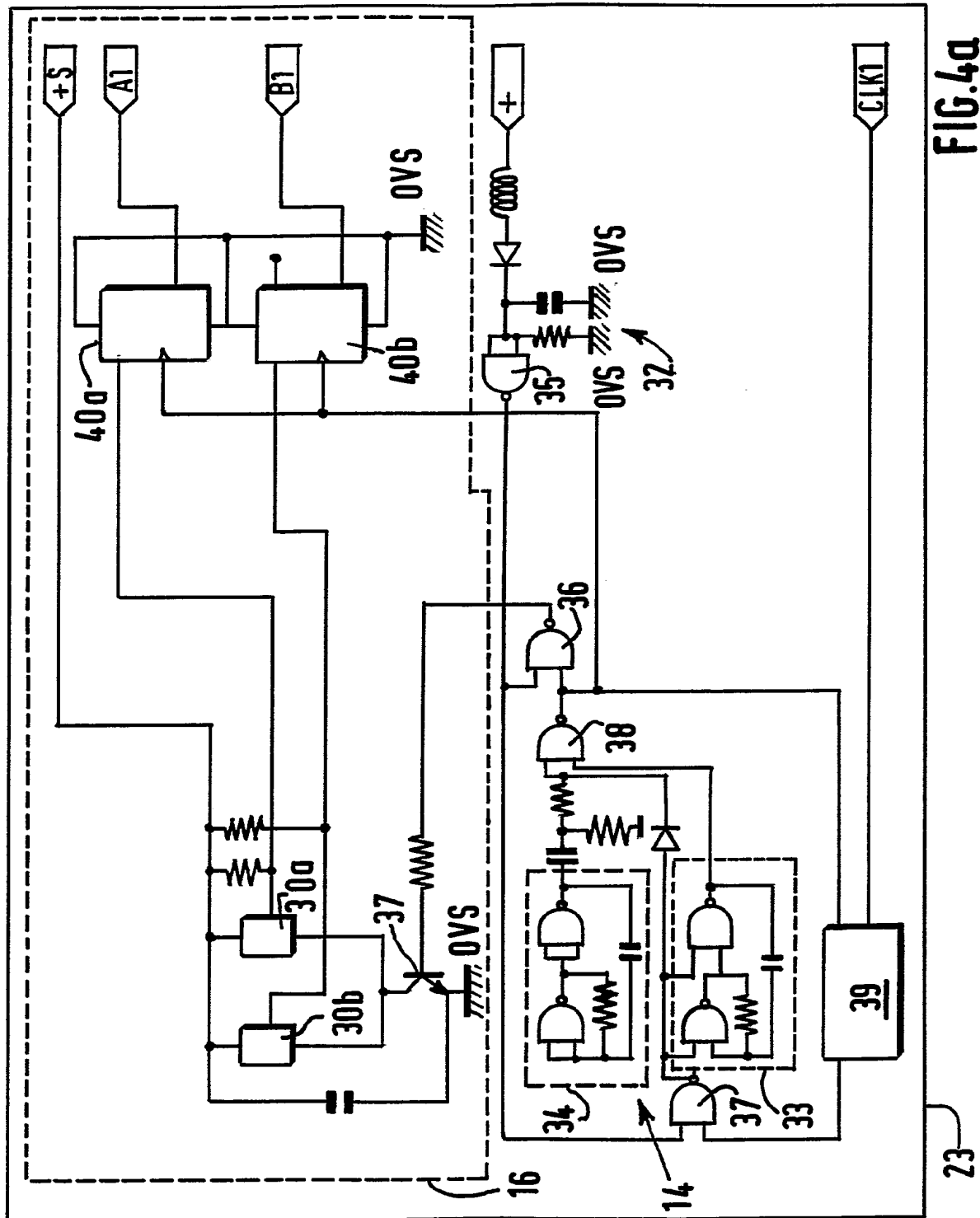
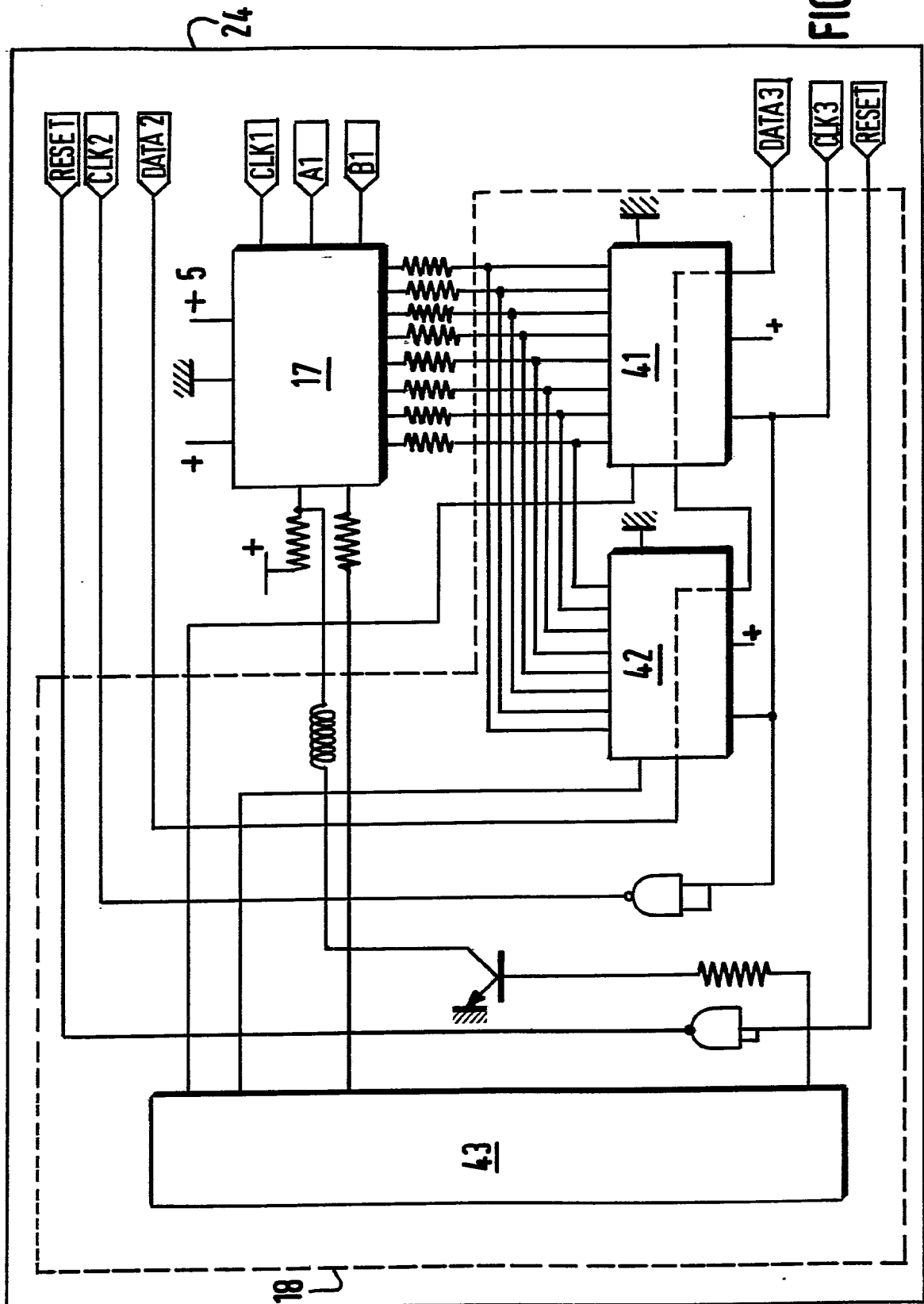


FIG. 4a

4/7

FIG. 4b



5/7

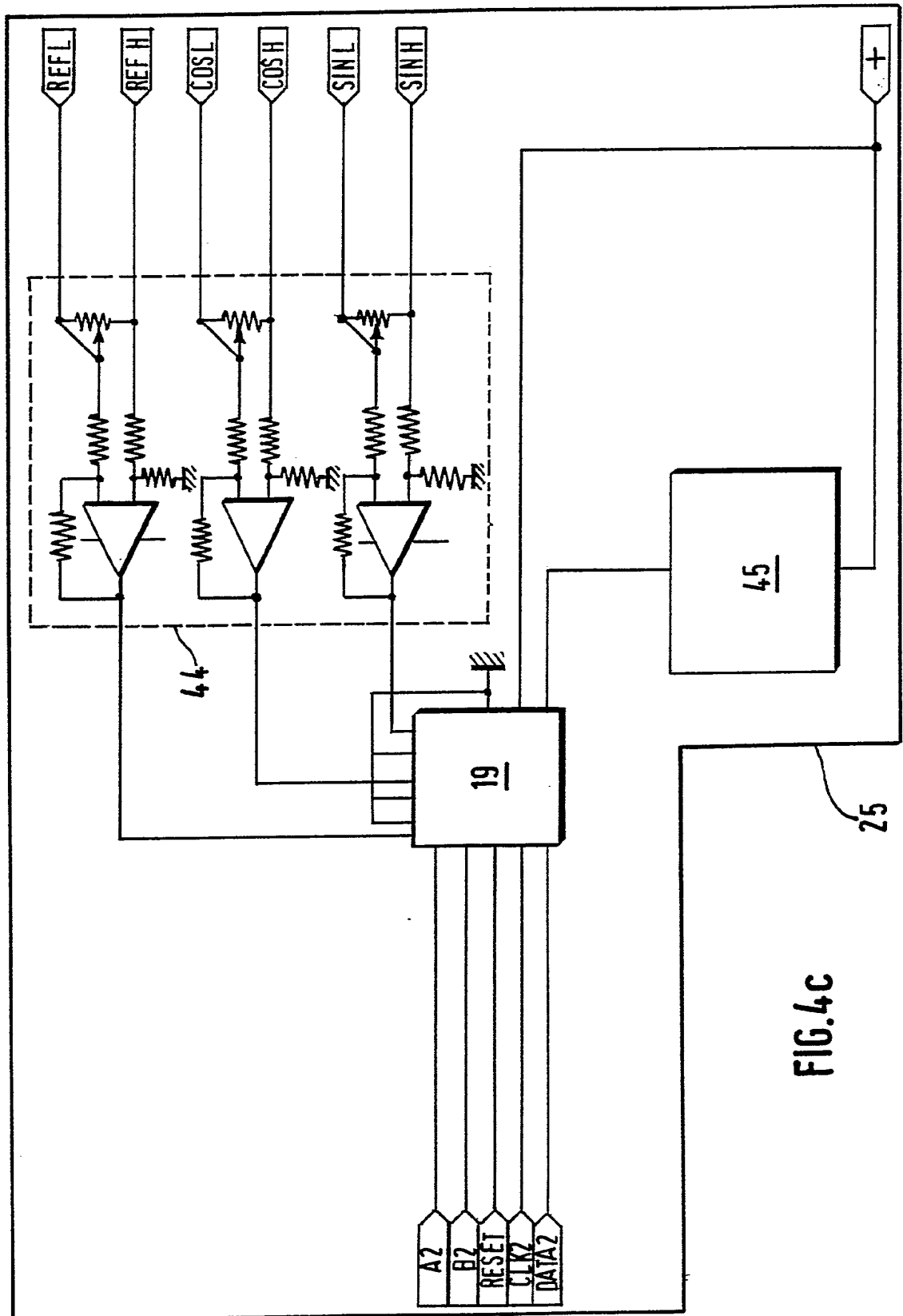


FIG. 4C

6/7

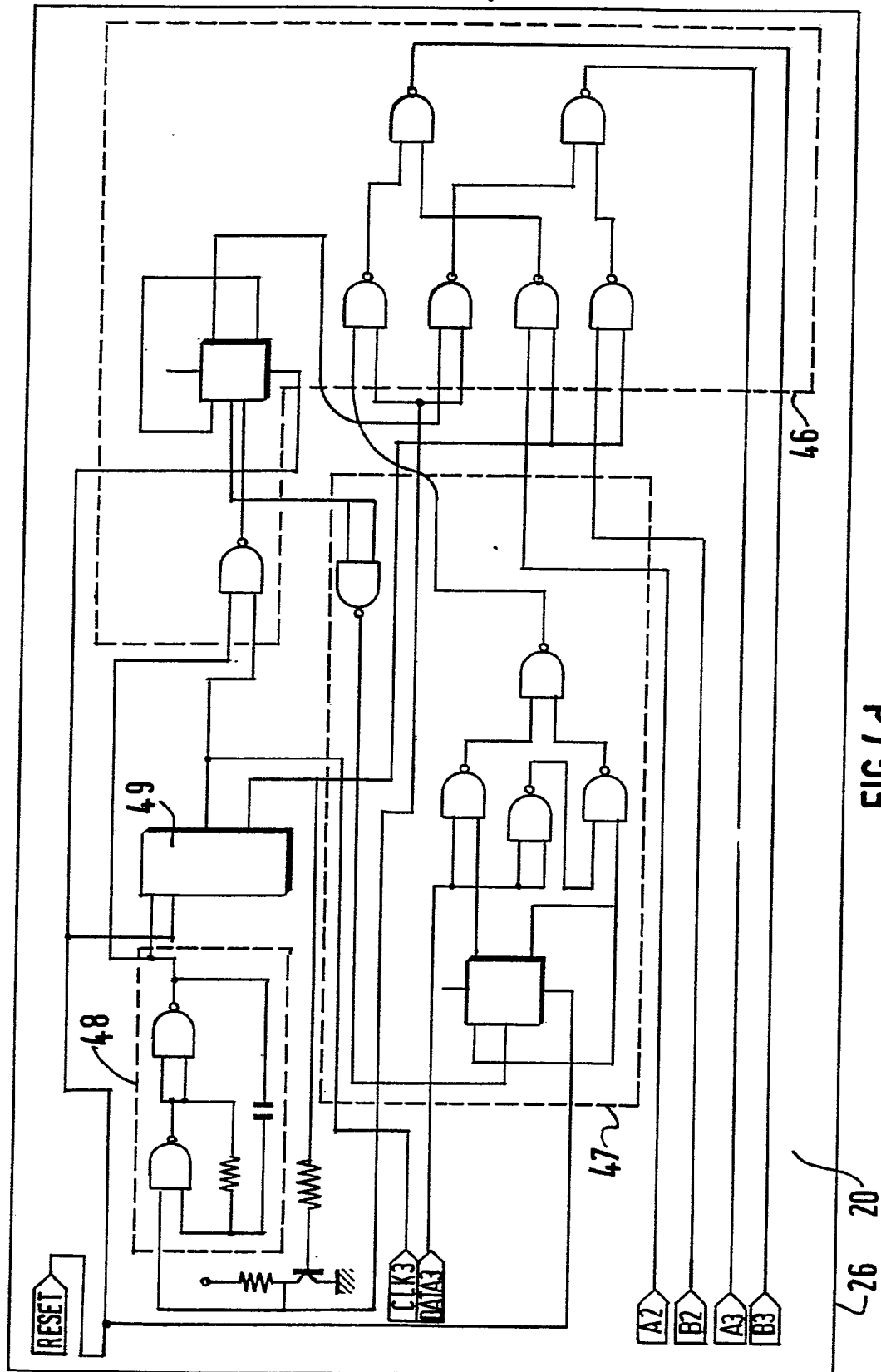


FIG. 4d

7/7

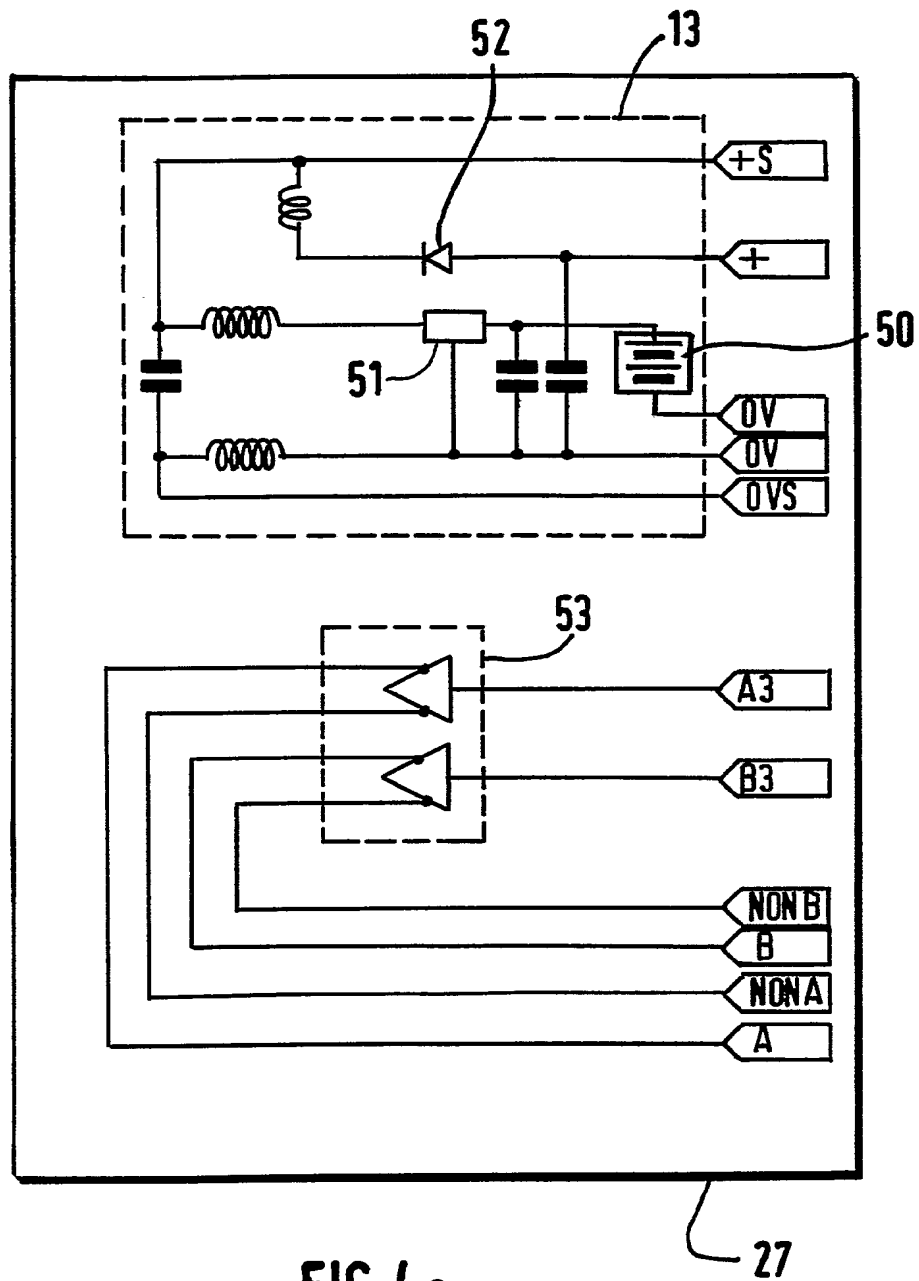


FIG. 4e



INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

FA 483492  
FR 9303759

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	EP-A-0 451 505 (DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH) * colonne 1, ligne 46 - colonne 5, ligne 3; figure *	1,3,7,8
Y		4-6, 15-17, 19,20, 22-24
A		9,12,13
X	EP-A-0 479 525 (KABUSHIKI KAISHA YASKAWA DENKI) * colonne 4, ligne 51 - colonne 7, ligne 45; figures 1-3 *	1,3
A		5,20,24
Y	EP-A-0 511 459 (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM GMBH) * colonne 3, ligne 39 - colonne 5, ligne 41; figures 1-3 *	4-6, 15-17,19
Y	US-A-5 198 735 (D.K TAYLOR ET AL) * abrégé; figure 3 *	5,6
A		20,24
Y	EP-A-0 143 852 (FANUC LTD) * page 8, alinéa 1 - page 9, alinéa 1; figure 4 *	20,22-24
A		7-11,21
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 586 (P-982)25 Décembre 1989 & JP-A-01 248 019 (TOSHIBA CORP) 3 Octobre 1989 * abrégé *	24
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
20 Décembre 1993		Chapple, I
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande I : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		